



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Diogo Ricardo Roesner

**Variação sazonal da diversidade de besouros Scarabaeinae
(Coleoptera: Scarabaeidae) na Mata Atlântica de Santa Catarina, sul
do Brasil**

Florianópolis - SC
Novembro de 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Diogo Ricardo Roesner

**Variação sazonal da diversidade de besouros Scarabaeinae
(Coleoptera: Scarabaeidae) na Mata Atlântica de Santa Catarina, sul
do Brasil**

Trabalho referente à disciplina
BIO7016 - Trabalho de Conclusão
de Curso II, apresentado como
requisito parcial para a obtenção do
grau de Licenciado em Ciências Biológicas

Orientadora: Malva Isabel Medina Hernández

Florianópolis – SC
Novembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer antes de tudo aos meus pais, Ernesto e Lúcia, por todo o apoio e incentivo recebido, graças a eles consegui sempre seguir em frente e nunca desistir dos meus objetivos. A minha querida orientadora Malva Isabel Medina Hernández, por toda dedicação, paciência e por me conceder a oportunidade de fazer parte do LECOTA do qual vou levar ótimas lembranças desses dois anos.

A todos os meus amigos do LECOTA, Eloisa, Luiz, Mariah, Maristela, Pedro, Rodrigo e Victor por toda ajuda e bons momentos vividos nos campos, confraternizações e reuniões. Agradeço também a todos os meus amigos que sempre estiveram comigo durante toda essa trajetória, em especial Antônio, Giovanni, Saviski, Kevin e Tequila no qual os nossos momentos de lazer foram essenciais para conseguir lidar com todo o estresse que a vida acadêmica nos proporciona em determinados momentos. A minha turma 2013/2, e em especial, á minha amiga Jéssica que está comigo desde a primeira fase e construímos uma grande amizade durante esses quatro anos.

A todos os professores da UFSC que fizeram parte da minha graduação e foram responsáveis pela minha formação de Biólogo. À Universidade Federal de Santa Catarina, a qual só me proporcionou coisas boas e vai fazer parte da minha vida para sempre.

*“A compaixão para com os animais é das
mais nobres virtudes da natureza humana”.*

(Charles Robert Darwin)

RESUMO

A variação sazonal é um importante fator na distribuição das espécies e também pode influenciar no comportamento de alguns animais. A abundância e riqueza dos besouros da subfamília Scarabaeinae estão relacionadas com a sazonalidade, sendo influenciadas principalmente por variações de temperatura e umidade do solo. Esses besouros podem ser usados como indicadores ecológicos, já que são muito sensíveis às mudanças no ambiente. O objetivo desse estudo foi descrever a variação sazonal dos Scarabaeinae copro-necrófagos em áreas de Mata Atlântica no sul do Brasil. As coletas foram realizadas com amostragens padronizadas quatro vezes ao longo de um ano, no início da primavera e do verão de 2016 e no início do outono e do inverno de 2017, em cinco áreas florestais diferentes no estado de Santa Catarina, duas em Florianópolis: na Unidade de Conservação Ambiental Desterro e no Parque Municipal da Lagoa do Peri, duas no município de Santo Amaro da Imperatriz dentro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e uma no município de Urubici no Parque Nacional de São Joaquim. Foram coletados 1.148 indivíduos de 27 espécies sendo a maior parte coletada no início do verão. A espécie *Dichotomius sericeus* foi a que apresentou maior abundância, estando presente nas quatro estações. A maior quantidade de escarabeíneos foi encontrada no Parque Municipal da Lagoa do Peri e a área com maior riqueza foi a da Pousada, localizada no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. As maiores riquezas estiveram relacionadas com a maior média mensal de temperatura.

Palavras-chaves: Besouros; Diversidade; Ecologia; Sazonalidade.

ABSTRACT

Seasonal variation is an important factor in the distribution of species and may also influence the behavior of some animals. The abundance and richness of beetles of the subfamily Scarabaeinae are related to the seasonality, being influenced mainly by variations of temperature and soil humidity. These beetles are very important as ecological indicators since they are very sensitive to the changes in the environment. The objective of this study was to describe the seasonal change of copro-necrophagous Scarabaeinae in areas of Atlantic Forest in the South of Brazil. The collections were carried out four times over a year, in the beginning of spring and summer of 2016 and in the beginning of autumn and winter of 2017 in five different forest areas in the State of Santa Catarina, two in Florianópolis, in Desterro Environmental Conservation Unit and in Lagoa do Peri Municipal Park, two in the municipality of Santo Amaro da Imperatriz in the Serra do Tabuleiro State Park and one in the municipality of Urubici in the National Park of São Joaquim. A total of 1.148 individuals were collected from 27 species, most of them collected at the beginning of the summer. The species *Dichotomius sericeus* had the highest abundance and was present in the four seasons. The largest number of beetles were found in the Lagoa do Peri Municipal Park and the area with the greatest richness was the Pousada, located in the Serra do Tabuleiro State Park. The greatest richness was related to higher monthly average temperatures.

Keywords: Dung Beetles; Diversity; Ecology; Seasonality.

.LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE SANTA CATARINA, OS LOCAIS COM MARCAÇÃO EM VERMELHO REPRESENTAM AS ÁREAS DE COLETA: FLORIANÓPOLIS (1), SANTO AMARO DA IMPERATRIZ (2), URUBICI (3).	12
FIGURA 2 - CAIXA ENTOMOLÓGICA DEPOSITADA NA COLEÇÃO ENTOMOLÓGICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.....	13
FIGURA 3- DATALOGGER INSTALADO NA MATA ATLÂNTICA DE FLORIANÓPOLIS PARA MEDIDAS DE TEMPERATURA.....	14
FIGURA 4 - <i>DICHOTOMIUS SERICEUS</i> (1), <i>CANTHON RUTILANS CYANESCENS</i> (2) E <i>COPROPHANAEUS SAPHIRINUS</i> (3) ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES, COLETADAS EM TODAS AS ÁREAS DE FLORIANÓPOLIS E SANTO AMARO DA IMPERATRIZ NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO.....	16
FIGURA 5 - CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES CALCULADA PARA BESOUROS ESCARABÉINEOS NAS CINCO ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA: PERI, UCAD, CACHOEIRA, POUSADA E SÃO JOAQUIM COLETADOS NOS MESES DE SETEMBRO E DEZEMBRO (2016), MARÇO E JULHO (2017).....	18
FIGURA 6 – PERI – RELAÇÃO ENTRE A ABUNDÂNCIA (N) E RIQUEZA (S) DE BESOUROS ESCARABÉINEOS COM A TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C) E A PRECIPITAÇÃO (MM), EM CADA MÊS DE COLETA.	23
FIGURA 7 – UCAD – RELAÇÃO ENTRE A ABUNDÂNCIA (N) E RIQUEZA (S) DE BESOUROS ESCARABÉINEOS COM A TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C) E A PRECIPITAÇÃO (MM), EM CADA MÊS DE COLETA.	24
FIGURA 8 – CACHOEIRA – RELAÇÃO ENTRE A ABUNDÂNCIA (N) E RIQUEZA (S) DE BESOUROS ESCARABÉINEOS COM A TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C) E A PRECIPITAÇÃO (MM), EM CADA MÊS DE COLETA.	24

FIGURA 9 – POUSADA – RELAÇÃO ENTRE A ABUNDÂNCIA (N) E RIQUEZA (S) DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS COM A TEMPERATURA MÉDIA MENSAL ($^{\circ}\text{C}$) E A PRECIPITAÇÃO (MM), EM CADA MÊS DE COLETA.25

FIGURA 10 - SÃO JOAQUIM – RELAÇÃO ENTRE A ABUNDÂNCIA (N) E RIQUEZA (S) DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS COM A TEMPERATURA MÉDIA MENSAL ($^{\circ}\text{C}$) E A PRECIPITAÇÃO (MM), EM CADA MÊS DE COLETA.25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- ESPÉCIES DE SCARABAEINAE REGISTRADAS DURANTE UM ANO (2016-2017) EM CINCO ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DE SANTA CATARINA.	17
TABELA 2– MEDIDAS ECOLÓGICAS DAS ASSEMBLEIAS DE SCARABAEINAE EM CINCO ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	19
TABELA 3 - BESOUROS ESCARABÉINEOS COLETADOS NO PERI EM CADA ESTAÇÃO DURANTE UM ANO.	20
TABELA 4 - BESOUROS ESCARABÉINEOS COLETADOS NA UCAD EM CADA ESTAÇÃO DURANTE UM ANO.	21
TABELA 5 - BESOUROS ESCARABÉINEOS COLETADOS NA CACHOEIRA EM CADA ESTAÇÃO DURANTE UM ANO.....	21
TABELA 6 - BESOUROS ESCARABÉINEOS COLETADOS NA POUSADA EM CADA ESTAÇÃO DURANTE UM ANO.....	22
TABELA 7 - BESOUROS ESCARABÉINEOS COLETADOS EM SÃO JOAQUIM EM CADA ESTAÇÃO DURANTE UM ANO.....	22
TABELA 8 – VALORES DA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA QUE FORAM CORRELACIONADAS COM A ABUNDÂNCIA (N) E RIQUEZA (S) DE BESOUROS ESCARABÉINEOS NAS CINCO ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA, SC.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Geral.....	11
2.2. Específicos.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Área de estudo	12
3.2. Coleta de besouros	12
3.3. Triagem e identificação	13
3.4. Coleta de dados meteorológicos.....	14
3.5. Análises de dados.....	14
4. RESULTADOS	16
5. DISCUSSÃO.....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
7. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) compreende cerca de 6.200 espécies descritas (Tarasov & Dimitrov, 2016), tendo como característica a utilização de matéria orgânica em decomposição como recurso alimentar ou construção de ninho para a prole, desempenhando uma importante função ecológica na ciclagem de nutrientes (Halffter & Edmonds, 1982). As espécies podem ser caracterizadas conforme o tipo de recurso utilizado, podendo ser saprófagas (alimentam-se de material vegetal em decomposição), coprófagas (alimentam-se de fezes), necrófagas (alimentam-se de carcaças) ou generalistas (que se alimentam de todos esses tipos de recursos) (Halffter & Matthews, 1966; Halffter & Edmonds 1982; Gill, 1991; Hanski & Cambefort, 1991). Além destes, outros recursos alimentares são explorados pelas espécies de Scarabaeinae, como outros tipos de restos vegetais em decomposição, fungos, material orgânico depositado no interior de ninhos de formigas, e predação de formigas e diplópodes (Halffter & Matthews, 1966; Gill, 1991).

O comportamento de nidificação também está relacionado com a forma de estocar o alimento que será deixado para as larvas, sendo divididos em três grupos funcionais: os roladores (telecoprídeos) que fazem uma bola com o recurso e rolam a uma distância da fonte, onde enterram; os tuneleiros (paracoprídeos), que transportam o recurso alimentar para debaixo do solo, construindo túneis ou galerias abaixo do recurso, e os residentes (endocoprídeos) que consomem o recurso no próprio local (Halffter & Edmonds, 1982). O grupo dos tuneleiros é o que mais aporta em termos de função ecossistêmica, já que além de enterrar grandes porções de matéria orgânica, aumentam a areação do solo nas galerias construídas (Nichols et al., 2008).

Os escarabeíneos, além da sua importância ecológica, podem servir como bons indicadores no monitoramento ambiental, sendo úteis para estudar os efeitos do desmatamento e para avaliar as mudanças do ecossistema devido a alterações ambientais (Halffter & Favila, 1992; Halffter & Favila, 1993; Gardner et al., 2008). A subfamília também apresenta outros aspectos que favorecem a sua escolha no monitoramento ambiental, como a grande abundância ao longo de todo o ano e métodos de captura simples (Halffter & Favila, 1993; Gardner et al., 2008).

A fauna de Scarabaeinae sul americana está distribuída principalmente em áreas de floresta tropical, com uma longa história evolutiva e possuindo uma grande riqueza de espécies (Vaz-de-Mello, 2000). A sazonalidade é um fator determinante para a distribuição da subfamília em termos da variação na abundância e na riqueza, já que esses insetos são fortemente afetados pela temperatura e a umidade do solo, sendo abundância e a riqueza maior em época chuvosa (Janzen, 1983; Hernández, 2007; Hernández & Vaz-de-Mello, 2009; Lopes et al., 2011).

A sazonalidade também está relacionada às condições do ambiente sendo a precipitação o fator primário a influenciar as espécies tropicais (Gill, 1991). Em áreas em que os períodos de estiagem são severos, como em algumas regiões na Caatinga, há uma diminuição na diversidade na época seca, não sendo observados adultos nos períodos mais secos, voltando a serem registradas somente após o período chuvoso (Hernández, 2007). Já em áreas com maior altitude, onde existe uma maior variação de temperatura ao longo do ano, há diminuição de riqueza e abundância nos períodos mais frios do ano (Hernández & Vaz-de-Mello, 2009).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Descrever a mudança sazonal dos Scarabaeinae copro-necrófagos em áreas de Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.

2.2. Específicos

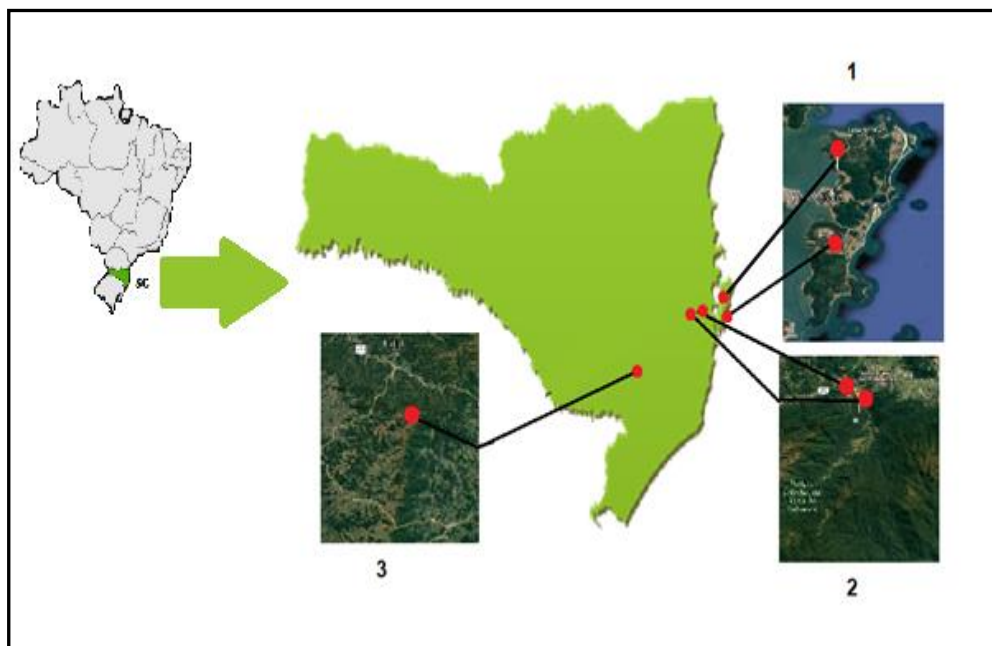
- Identificar as espécies coletadas em cinco áreas de Mata Atlântica no estado de Santa Catarina ao longo de um ano;
- Observar a variação sazonal da riqueza de espécies e da abundância relacionando com a precipitação e a temperatura do ambiente em cada área.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Esse trabalho foi realizado em cinco áreas diferentes de Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina, duas localizadas na ilha de Santa Catarina, Unidade de Conservação Ambiental Desterro (UCAD) ($27^{\circ}31'S$ e $48^{\circ}30'O$) e no Parque Municipal da Lagoa do Peri ($27^{\circ}43'S$ e $48^{\circ}30'O$); duas localizadas no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, no município de Santo Amaro da Imperatriz ($27^{\circ}40'S$ e $48^{\circ}49'O$), e a última no Parque Nacional de São Joaquim, município de Urubici ($28^{\circ}8'S$ e $49^{\circ}28'O$) (Figura 1).

Figura 1. Mapa de Santa Catarina, os locais com marcação em vermelho representam as áreas de coleta: Florianópolis (1), Santo Amaro da Imperatriz (2), Urubici (3).



Fonte: Google maps (Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 27/11/2017).

3.2. Coleta de besouros

As coletas de besouros escarabeíneos foram realizadas quatro vezes ao longo de um ano, nas quatro estações: sendo no início da primavera (setembro de 2016), no início do verão (dezembro de 2016), início do outono (março de 2017) e

no inverno (julho de 2017) por meio do uso de armadilhas de queda com iscas de atração (*pitfall*). As armadilhas eram constituídas de potes plásticos com 20 centímetro de diâmetro por 15 centímetro de profundidade e enterradas até a borda contendo água com detergente e as tampas apoiadas na terra por varetas de madeira. Foram instaladas dez armadilhas em cada área, cinco armadilhas eram iscadas com fezes humanas e cinco com carne suína em decomposição. Depois de instaladas eram retiradas após um período de 48 horas.

3.3. Triagem e identificação

Os insetos capturados em cada armadilha foram levados ao Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA) e posteriormente triados. Depois foram montados em alfinetes entomológicos e levados a uma estufa a 45°C para secagem, onde ficaram por dois dias. Após esse período eram numerados e identificados por meio dos conhecimentos adquiridos ao longo do Programa de Iniciação Científica no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal e com auxílio da Prof.^a Dr.^a Malva Isabel Medina Hernández e Dr. Pedro Giovâni da Silva, depois registrados em um banco de dados e adicionados à Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (Figura 2).

Figura 2 - Caixa entomológica depositada na Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina.



Foto: Diogo Roesner

3.4. Coleta de dados meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados de acumulação da precipitação em cada mês foram obtidos pelas estações meteorológicas da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) presentes em Florianópolis, Santo Amaro da Imperatriz e Urubici. Os dados de temperatura foram fornecidos por um datalogger de temperatura instalado no ponto três de cada área, localizado a 1 metro de altura (Figura 3).

Esses dados fazem parte de um projeto em andamento no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal - LECOTA/UFSC: *“Efeito comparado do clima e das mudanças no uso do solo na distribuição espacial de um grupo de insetos indicadores (Coleoptera: Scarabaeinae) na Mata Atlântica”* (Projeto PVE, aprovado pelo Programa Ciência Sem Fronteiras na Chamada de Projetos MEC/MCTI/CAPES/CNPq/FAPs Nº 09/2014 - Processo Nº 88881.068089/2014-01).

Figura 3- Datalogger instalado na Mata Atlântica de Florianópolis para medidas de temperatura.



Foto: Malva Isabel Medina Hernández

3.5. Análises de dados

Os dados foram reunidos em uma planilha no Microsoft Excel onde foram registrados local, coleta, estação, número de cada indivíduo e espécie. A partir da planilha com os dados obtidos, foi possível construir curvas de acumulação de espécies por meio do programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2016) e calcular o estimador de riqueza Jackknife, que fornece a possível riqueza de espécies em cada área de amostragem.

Para observar a variação da riqueza e da abundância em relação à precipitação e temperatura foram feitas tabelas com as informações no Microsoft Excel e construídos gráficos com as variáveis. Além disso, foram realizadas correlações de Pearson entre a riqueza e abundância de cada área com as variáveis climáticas de temperatura média mensal e precipitação acumulada nos meses de coleta.

4. RESULTADOS

Foram coletados 1.148 indivíduos de besouros escarabeíneos ao longo de um ano distribuídas em 27 espécies. Entre elas, as de maior abundância foram: *Dichotomius sericeus* com 453 indivíduos coletados (Figura 4), correspondendo a 39,5% do número total, *Canthon rutilans cyanescens* com 313 (27,2%) e *Coprophanaeus saphirinus* com 72 (6,2%) (Tabela 1). As espécies *Canthidium* aff. *dispar* e *Onthophagus catharinensis* com somente um (singleton) e *Deltochilum rubripenne* e *Dichotomius* aff. *acuticornius* com apenas dois (doubleton) indivíduos coletados foram as espécies menos abundantes (Tabela 1).

Figura 4 - *Dichotomius sericeus* (1), *Canthon rutilans cyanescens* (2) e *Coprophanaeus saphirinus* (3), espécies mais abundantes, coletadas em todas as áreas de Florianópolis e Santo Amaro da Imperatriz, nas quatro estações do ano.

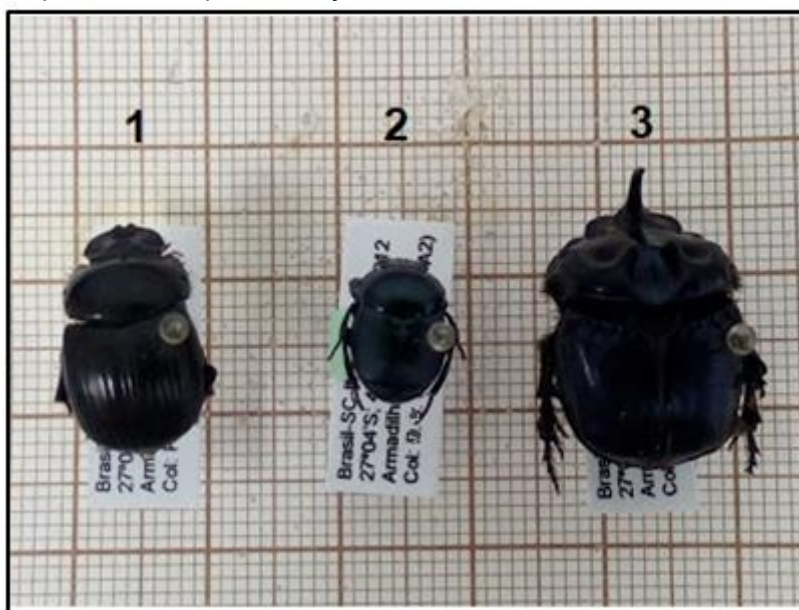


Foto: Diogo Roesner

Tabela 1- Espécies de Scarabaeinae registradas durante um ano (2016-2017) em cinco áreas de Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.

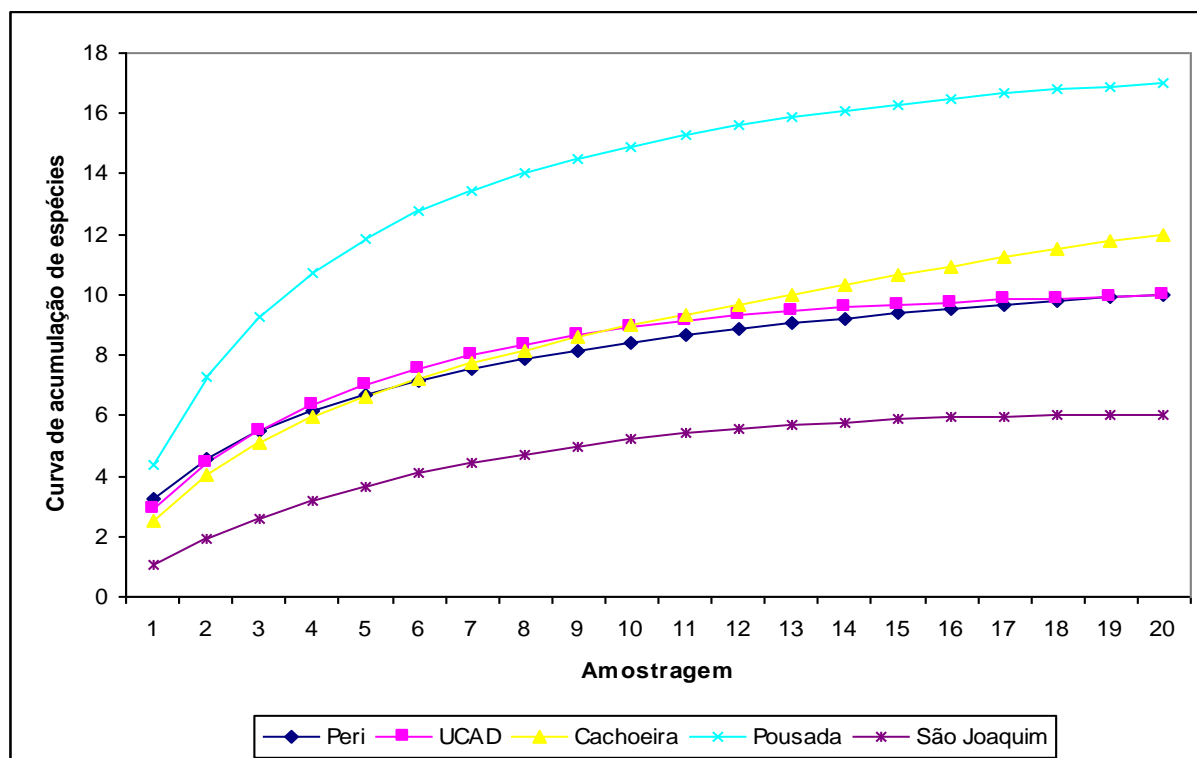
Locais de Coleta Espécies	Florianópolis		S. A. Imperatriz		Urubici	Total
	Peri	UCAD	Cachoeira	Pousada	S. Joaquim	
<i>Canthidium</i> aff. <i>díspar</i>				1		1
<i>Canthidium</i> aff. <i>lucidum</i>					8	8
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	2	16		17		35
<i>Canthon</i> <i>angularis</i> (Harold, 1868)					4	4
<i>Canthon</i> <i>luctuosus</i> (Harold, 1868)	2	1				3
<i>Canthon</i> <i>rutilans cyanescens</i> (Harold, 1868)	36	61	205	11		313
<i>Coprophanaeus dardanus</i> (MacLeay, 1819)				18		18
<i>Coprophanaeus saphirinus</i> (Sturm, 1826)	36	7	17	12		72
<i>Deltochilum brasiliense</i> (Castelnau, 1840)	1	3	1	12	3	20
<i>Deltochilum furcatum</i> (Castelnau, 1840)				28		28
<i>Deltochilum morbillosum</i> (Burmeister, 1848)	5	6	2	42		55
<i>Deltochilum multicolor</i> (Balthasar 1939)	5		1			6
<i>Deltochilum rubripenne</i> (Gory, 1831)		2				2
<i>Dichotomius</i> aff. <i>acuticornius</i>					2	2
<i>Dichotomius</i> aff. <i>ascanius</i>			10	2		12
<i>Dichotomius</i> <i>assifer</i> (Eschscholtz, 1822)				4		4
<i>Dichotomius fissus</i> (Harold, 1867)			4	6		10
<i>Dichotomius mormon</i> (Ljungh, 1799)				5		5
<i>Dichotomius quadrinodosus</i> (Felsche, 1901)			3			3
<i>Dichotomius sericeus</i> (Harold, 1867)	299	99	26	29		453
<i>Eurysternus cyanescens</i> (Balthasar, 1939)	2		2	3		7
<i>Eurysternus inflexus</i> (Germar, 1824)				3		3
<i>Homocopris</i> sp.					16	16
<i>Onthophagus catharinensis</i> (Paulian 1936)				1		1
<i>Onthophagus tristis</i> (Harold, 1873)					4	4
<i>Phanaeus splendidulus</i> (Fabricius, 1781)	15	8	6	23		52
<i>Uroxys</i> sp.		10	1			11
Total de indivíduos	403	213	278	217	37	1148
Total de espécies	10	10	12	17	6	

Durante todo o período, o lugar em que foi encontrada a maior quantidade de escarabeíneos foi no Parque Municipal da Lagoa do Peri com um total de 403 indivíduos pertencentes a 10 espécies, correspondendo a 35,1% da

abundância total. O segundo lugar mais abundante foi a área da Cachoeira, com 278 (24,2%) indivíduos de 12 espécies. A área da Pousada, também localizada no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, apresentou um total de 217 (18,9%) indivíduos de 17 espécies, sendo essa a área de coleta que apresentou maior riqueza. Na Unidade de Conservação Ambiental Desterro foram coletados 213 (18,5%) indivíduos de 10 espécies. E por último, a área com menor abundância e riqueza foi o Parque Nacional de São Joaquim com apenas 37 (3,2%) indivíduos de 6 espécies (Tabela 2).

As coletas permitiram capturar a maioria das espécies presentes nas áreas. Através da curva de rarefação (Figura 5) e do estimador Jackknife foi possível observar uma boa suficiência amostral, apresentando curvas inclinadas com capturas entre 72% e 100% das espécies estimadas de cada local (Tabela 2).

Figura 5 - Curvas de Acumulação de espécies, calculadas para besouros escarabeíneos nas cinco áreas de Mata Atlântica: Peri, UCAD, Cachoeira, Pousada e São Joaquim, coletados nos meses de setembro e dezembro (2016), março e julho (2017).



Os intervalos de confiança mostraram que a área de São Joaquim foi significativamente menos rica que as outras áreas, se destacando a Pousada em Santo Amaro da Imperatriz por ser a de maior riqueza. O índice de diversidade de Shannon mostrou que a maior diversidade de escarabeíneos foi encontrada na área da Pousada em Santo Amaro da Imperatriz e a menor no Parque Municipal da Lagoa do Peri. Os valores da equitabilidade de Pielou indicaram que na Pousada e em São Joaquim as assembleias mostram uma alta uniformidade, não havendo nenhuma espécie que se destaque por sua dominância (Tabela 2).

Tabela 2– Medidas ecológicas das assembleias de Scarabaeinae em cinco áreas de Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.

Áreas	Peri	UCAD	Cachoeira	Pousada	S. Joaquim
Abundância (N)	403	213	278	217	37
Riqueza (S)	10	10	12	17	6
95% confiança	8,2 -11,8	8,6 -11,3	8 -15,9	15,4 -18,5	6 - 6
Riqueza estimada (Jackknife) e %	11,9 (84%)	10,9 (91%)	16,7 (72%)	18,9 (90%)	6 (100%)
Diversidade (Shannon H')	0,98	1,52	1,06	2,44	1,54
Equitabilidade (Pielou)	0,42	0,66	0,43	0,86	0,86

A maior parte dos indivíduos foi coletada no mês de dezembro (início do verão) representando 38,9% do valor total, sendo que as duas espécies mais abundantes, *Dichotomius sericeus* e *Canthon rutilans cyanescens*, estiveram presentes em todas as quatro estações, as outras duas espécies, *Deltochilum brasiliense* e *Phanaeus splendidulus*, também estiveram presentes nas quatro estações, porém em número menor. No mês de março (início do outono) foi a segunda estação que apresentou uma maior abundância, correspondendo junto com o mês de dezembro, a 69,5% dos indivíduos de todas as coletas. Em setembro (início da primavera) também teve um alto número com 22,9% do total e o mês de julho (início do inverno) foi a estação que apresentou o menor número, com 7,5% da abundância total.

A partir da variação sazonal foi possível observar que algumas espécies estiveram presentes somente em uma determinada estação, *Deltochilum rubripenne*

esteve presente durante o ano somente no início do verão, *Dichotomius* aff. *acuticornius* e *Onthophagus catharinensis* apenas no início do outono e *Canthidium* aff. *dispar* no inverno. A espécie *Deltochilum brasiliense* foi a única espécie encontrada em São Joaquim que também esteve presente nos outros locais, sendo esta área mais distinta em composição de espécies em relação às outras.

A coleta de março (início do outono) apresentou a maior quantidade de espécies em quatro áreas. Na Lagoa do Peri, das 10 espécies encontradas oito estiveram presentes em março (Tabela 3), na UCAD a maior riqueza de espécies foi encontrada nas coletas de setembro e dezembro, sendo observadas sete das 10 espécies encontradas nessas estações (Tabela 4), na Cachoeira das 12 espécies, oito (Tabela 5), na Pousada das 17 espécies, 14 (Tabela 6) e em São Joaquim todas as espécies foram observadas em março (Tabela 7).

Tabela 3 - Besouros escarabeíneos coletados no Peri em cada estação durante um ano.

Local de Coleta Peri					
Espécie	Setembro 2016	Dezembro 2016	Março 2017	Julho 2017	Total
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	1		1		2
<i>Canthon luctuosus</i>		1	1		2
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	16	4	14		36
<i>Coprophanaeus saphirinus</i>	4	28	4		36
<i>Deltochilum brasiliense</i>				1	1
<i>Deltochilum morbillosum</i>	2	2	1		5
<i>Deltochilum multicolor</i>	1		4		5
<i>Dichotomius sericeus</i>	27	173	76	23	299
<i>Eurysternus cyanescens</i>				2	2
<i>Phanaeus splendidulus</i>	2	4	3	6	15
Número de indivíduos	53	212	106	32	403
Número de espécies	7	6	8	4	10

Tabela 4 - Besouros escarabeíneos coletados na UCAD em cada estação durante um ano.

Local de Coleta UCAD					
Espécie	Setembro 2016	Dezembro 2016	Março 2017	Julho 2017	Total
<i>Canthidium aff. trinodosum</i>	15			1	16
<i>Canthon luctuosus</i>				1	1
<i>Canthon rutilans cyasnescens</i>	32	23	6		61
<i>Coprophaneus saphirinus</i>	3	2	2		7
<i>Deltochilum brasiliense</i>		1		2	3
<i>Deltochilum morbillosum</i>	4	1	1		6
<i>Deltochilum rubripenne</i>		2			2
<i>Dichotomius sericeus</i>	10	39	34	16	99
<i>Phanaeus splendidulus</i>	1	7			8
<i>Uroxys sp.</i>	5			5	10
Número de indivíduos	70	75	44	24	213
Número de espécies	7	7	4	5	10

Tabela 5 - Besouros escarabeíneos coletados na Cachoeira em cada estação durante um ano.

Local de Coleta Cachoeira					
Espécie	Setembro 2016	Dezembro 2016	Março 2017	Julho 2017	Total
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	110	51	44		205
<i>Coprophaneus saphirinus</i>	1	9	7		17
<i>Deltochilum brasiliense</i>				1	1
<i>Deltochilum morbillosum</i>			1	1	2
<i>Deltochilum multicolor</i>		1			1
<i>Dichotomius aff. ascanius</i>		7	3		10
<i>Dichotomius fissus</i>		4			4
<i>Dichotomius quadrinodosus</i>			3		3
<i>Dichotomius sericeus</i>		13	10	3	26
<i>Eurysternus cyanescens</i>	2				2
<i>Phanaeus splendidulus</i>	2	2	1	1	6
<i>Uroxys sp.</i>			1		1
Número de indivíduos	115	88	70	5	278
Número de espécies	4	7	8	4	12

Tabela 6 - Besouros escarabeíneos coletados na Pousada em cada estação durante um ano.

Local de Coleta Pousada					
Espécie	Setembro 2016	Dezembro 2016	Março 2017	Julho 2017	Total
<i>Canthidium</i> aff. <i>dispar</i>				1	1
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	1		8	8	17
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	7	1	3		11
<i>Coprophanaeus dardanus</i>		13	5		18
<i>Coprophanaeus saphirinus</i>		8	4		12
<i>Deltochilum brasiliense</i>	2	1	7	2	12
<i>Deltochilum furcatum</i>	3	16	8	1	28
<i>Deltochilum morbillosum</i>		6	36		42
<i>Dichotomius</i> aff. <i>ascanius</i>		1	1		2
<i>Dichotomius assifer</i>	2			2	4
<i>Dichotomius fissus</i>		2	4		6
<i>Dichotomius mormon</i>			5		5
<i>Dichotomius sericeus</i>		3	25	1	29
<i>Eurysternus cyanescens</i>	2			1	3
<i>Eurysternus inflexus</i>			3		3
<i>Onthophagus catharinensis</i>			1		1
<i>Phanaeus splendidulus</i>	6	12	2	3	23
Número de indivíduos	23	63	112	19	217
Número de espécies	7	10	14	8	17

Tabela 7 - Besouros escarabeíneos coletados em São Joaquim em cada estação durante um ano.

Local de Coleta São Joaquim					
Espécie	Setembro 2016	Dezembro 2016	Março 2017	Julho 2017	Total
<i>Canthidium</i> aff. <i>lucidum</i>			1	7	8
<i>Canthon angularis</i>		1	3		4
<i>Deltochilum brasiliense</i>		2	1		3
<i>Dichotomius</i> aff. <i>acuticornius</i>			2		2
<i>Homocopris</i> sp.		6	10		16
<i>Onthophagus tristis</i>	2		2		4
Número de indivíduos	2	9	19	7	37
Número de espécies	1	3	6	1	6

As variáveis climáticas de temperatura média e precipitação mensal correspondente ao mês de coleta tiveram relação com a maior abundância e riqueza em todas as áreas. Nas áreas do Peri e da UCAD o mês de dezembro foi o que apresentou os maiores índices pluviométricos e também foi o que teve maior abundância de espécies (Figuras 6 e 7). A maior média de temperatura e riqueza registrada no Peri foi em março (Figura 6). No Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, nas áreas Cachoeira e Pousada, o mês de março mostrou as maiores médias de temperatura e também apresentou a maior riqueza (Figuras 8 e 9). Em São Joaquim a maior média de temperatura também foi observada no mês de março, que apresentou maior abundância e riqueza (Figura 10). O mês de julho em todos os locais apresentou as menores médias de temperatura e precipitação e, com exceção de São Joaquim que mostrou menor abundância no mês de setembro, houve uma diminuição da abundância em comparação com os outros meses.

Figura 6 – Peri – Relação entre a abundância (N) e riqueza (S) de besouros escarabeíneos com a temperatura média mensal (°C) e a precipitação (mm), em cada mês de coleta.

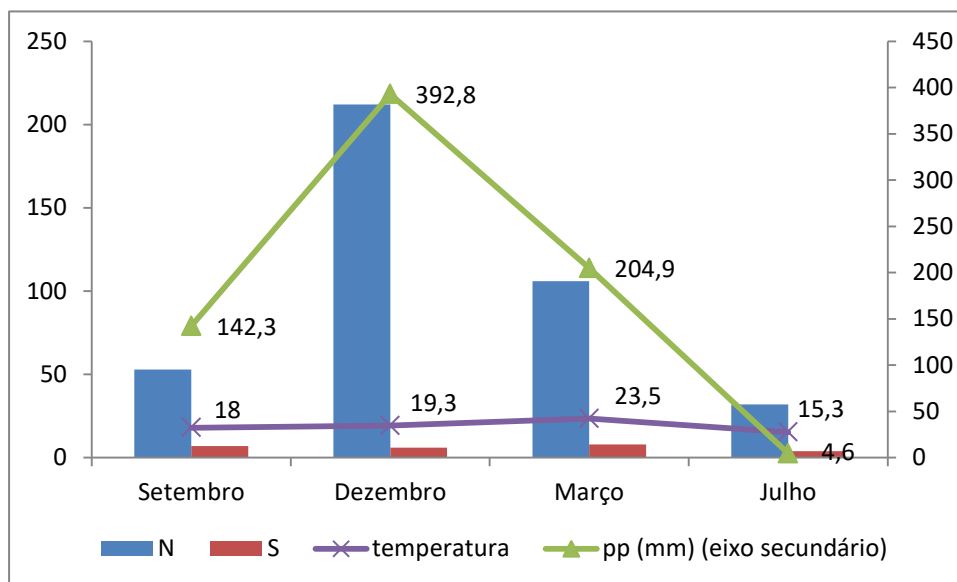


Figura 7 – UCAD – Relação entre a abundância (N) e riqueza (S) de besouros escarabeíneos com a temperatura média mensal (°C) e a precipitação (mm), em cada mês de coleta.

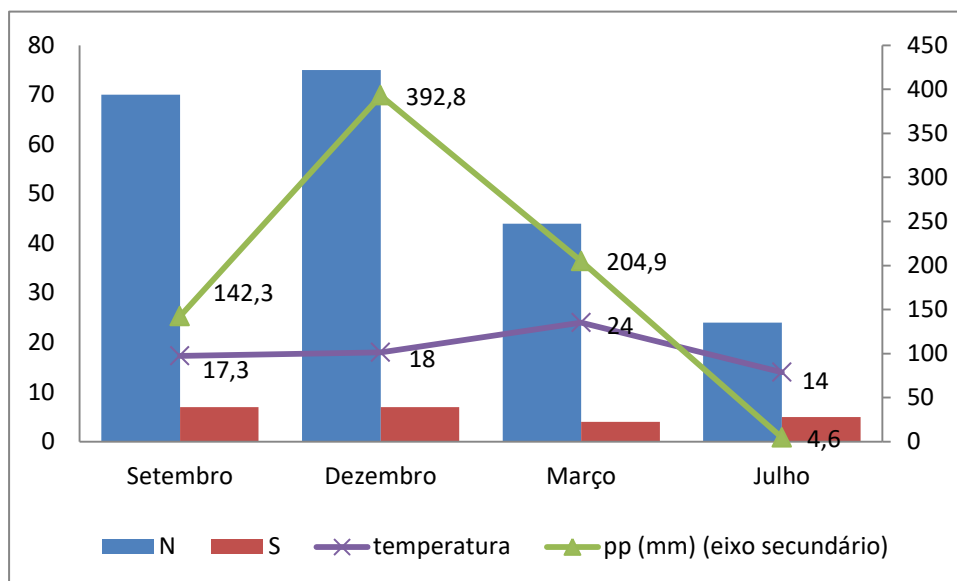


Figura 8 – Cachoeira – Relação entre a abundância (N) e riqueza (S) de besouros escarabeíneos com a temperatura média mensal (°C) e a precipitação (mm), em cada mês de coleta.

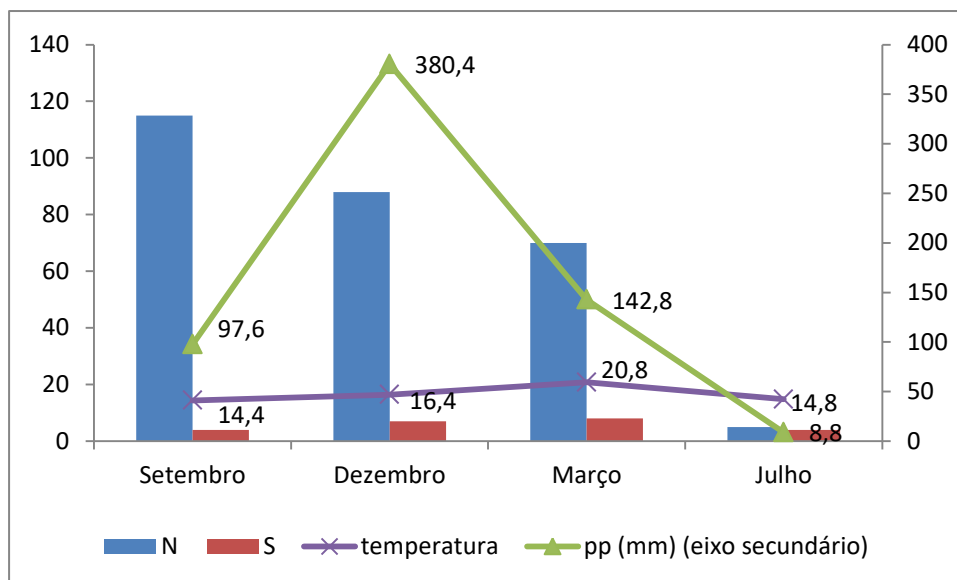


Figura 9 – Pousada – Relação entre a abundância (N) e riqueza (S) de besouros escarabeíneos com a temperatura média mensal (°C) e a precipitação (mm), em cada mês de coleta.

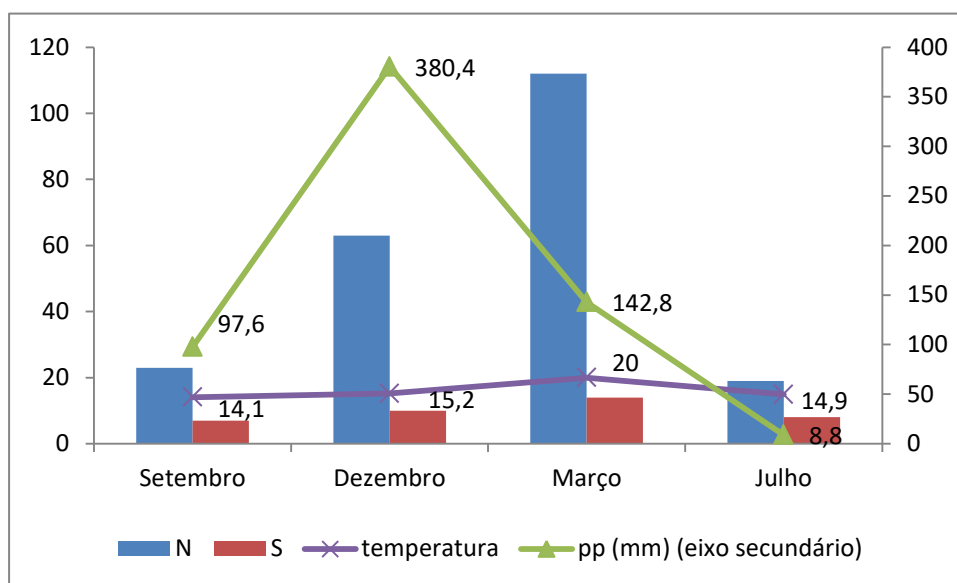
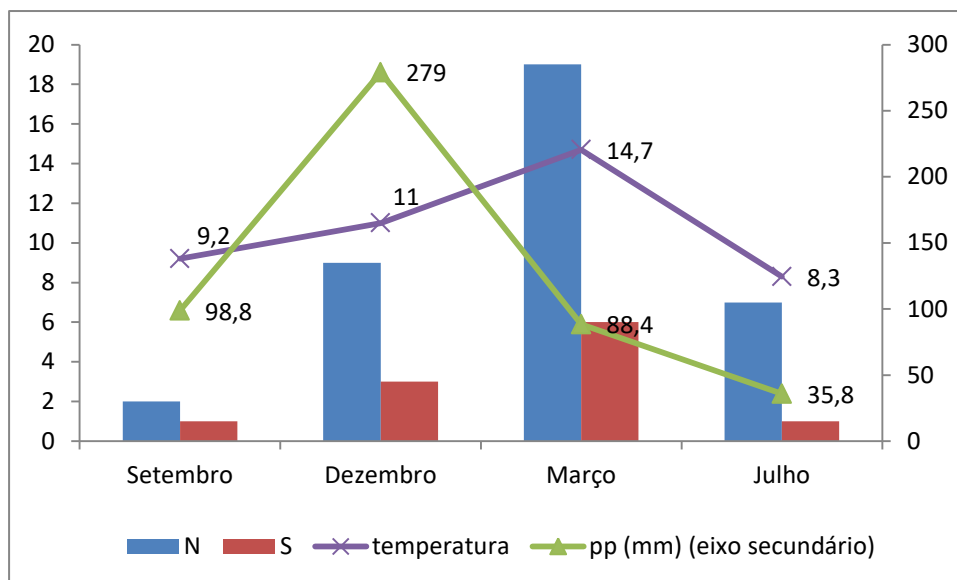


Figura 10 - São Joaquim – Relação entre a abundância (N) e riqueza (S) de besouros escarabeíneos com a temperatura média mensal (°C) e a precipitação (mm), em cada mês de coleta.



As correlações de Pearson (r) realizadas com a média mensal de temperatura e a precipitação acumulada em relação com riqueza (S) e a abundância (N) de besouros escarabeíneos encontrados em cada área mostraram que a variável temperatura foi a que teve as maiores correlações com a riqueza de espécies, com correlações significativas com r maiores que 0,9 na Pousada e em São Joaquim e próximos de 0,9 (não significativos) na Lagoa do Peri e na Cachoeira.

A precipitação não teve correlação com a riqueza, somente no Peri esteve correlacionada significativamente com a abundância, e na UCAD apesar de não apresentar uma correlação significativa o valor de r foi alto, chegando próximo a 0,8 apresentando nessas duas áreas os maiores valores de r em comparação às outras (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores da correlação de Pearson entre as variáveis climáticas de precipitação e temperatura com a abundância (N) e a riqueza (S) de besouros escarabeíneos nas cinco áreas de Mata Atlântica, SC.

	Precipitação	Temperatura
N Peri	$r = 0,968^*$	$r = 0,436$
N UCAD	$r = 0,774$	$r = 0,168$
N Cachoeira	$r = 0,493$	$r = 0,035$
N Pousada	$r = 0,398$	$r = 0,927$
N São Joaquim	$r = -0,002$	$r = 0,911$
S Peri	$r = 0,432$	$r = 0,878$
S UCAD	$r = 0,423$	$r = -0,447$
S Cachoeira	$r = 0,622$	$r = 0,894$
S Pousada	$r = 0,284$	$r = 0,964^*$
S São Joaquim	$r = 0,162$	$r = 0,991^*$

Valores com asterisco (*) foram significativos com $p < 0,05$

5. DISCUSSÃO

Os resultados observados da composição das comunidades de besouros escarabeíneos nas áreas de Mata Atlântica em Santa Catarina foram semelhantes com outro estudo, realizado também no bioma de Mata Atlântica, na Serra do Japi em São Paulo por Hernández e Vaz-de-Mello (2009) sendo encontradas várias espécies em comum. As espécies *Canthidium* aff. *dispar*, *Canthidium* aff. *trinodosum*, *Coprophanaeus saphirinus*, *Deltochilum brasiliense*, *Deltochilum furcatum*, *Deltochilum morbillosum*, *Deltochilum rubripenne*, *Dichotomius assifer*, *Dichotomius mormon*, *Eurysternus cyanescens* e *Phanaeus splendidulus* foram algumas encontradas nesse trabalho que também estiveram presentes no estudo realizado por Hernández e Vaz-de-Mello (2009). Contudo a espécie mais abundante, *Dichotomius sericeus*, também foi dominante no trabalho de Endres et al. (2007) na Mata Atlântica da Paraíba, e encontrada também por Hernández (2003) e por Schiffler (2003) no Espírito Santo. As espécies mais abundantes nas áreas de coleta tiveram uma diminuição nas estações do ano que apresentaram as menores médias de temperatura, como descrito por Condé (2008) na Ilha de Santa Catarina, onde foi observado o mesmo padrão sazonal.

Domínguez e colaboradores (2015), em um estudo realizado em Catamayo na Província de Loja no Equador, ao analisarem a estrutura de comunidades de besouros em um gradiente altitudinal neotropical, observaram que a altitude, temperatura e a precipitação influenciaram de forma específica na abundância das espécies, sendo que algumas delas mostraram uma relação positiva com a temperatura e outras com a precipitação. De forma semelhante aconteceu no presente trabalho, onde em determinados locais, como nas áreas da Pousada e da UCAD, a maior abundância esteve relacionada aos maiores índices pluviométricos e em áreas de maior altitude, como na Pousada e em São Joaquim, a abundância foi maior nos meses com maior média mensal de temperatura. Um trabalho realizado no Cerrado, um ambiente seco, mostrou que a riqueza diminui com o aumento da temperatura e aumenta quando a umidade do ar, a riqueza e a abundância de plantas são maiores (Nunes et al, 2016).

No presente estudo, realizado no extremo sul do bioma Mata Atlântica, com índices pluviométricos altos durante todo o ano, o fator que teve maior

influência nas comunidades de besouros escarabeíneos foi a temperatura assim como foi observado por Condé (2008), na Mata Atlântica do Parque Municipal da Lagoa do Peri, onde descreve que a temperatura parece ser um fator mais importante na atividade de besouros que a precipitação, em áreas onde não se tem períodos secos. Em lugares onde não se tem grandes variações de temperatura, mas apresentam estações secas e chuvosas diferenciadas, os besouros escarabeíneos são influenciados principalmente pela precipitação (Janzen 1983).

Nas estações do ano que apresentaram maior média de temperatura houve um aumento na riqueza de espécies e na abundância. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Hernández e Vaz-de-Mello (2009), onde também foi observada maior abundância e riqueza nas estações com maiores temperaturas. Condé (2013), que analisou a variação sazonal dos escarabeíneos na área da Lagoa do Peri em Florianópolis, mostrou que a comunidade de Scarabaeinae apresentou maior abundância e riqueza nos meses que tiveram maiores temperaturas e precipitação, sendo coletados 75% dos indivíduos nesses períodos, de forma similar ao presente estudo onde foram coletados 69,5% dos indivíduos em dezembro e março, que foram os meses com maiores médias de temperatura.

A diminuição na abundância de besouros nos períodos mais frios, durante o inverno, foi mais forte nas regiões de maiores altitudes, com altas quedas de temperatura, como encontrado por Brandl (2013) em um trabalho realizado no município de Monte Castelo, Santa Catarina, em áreas de reflorestamento e Mata Atlântica, onde também houve menor abundância na estação do inverno.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação sazonal das assembleias de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) em áreas de Mata Atlântica apresentou mudanças nos diferentes meses correspondentes a cada estação do ano, sendo que algumas espécies foram presentes somente em determinadas épocas do ano. A maior abundância foi encontrada no mês de dezembro (2016) e março (2017) que foram os meses que apresentaram maior média de temperatura e precipitação mensal acumulada. Assim, com este trabalho mostramos que a variável climática de temperatura atua fortemente sobre a distribuição das espécies na região.

7. REFERÊNCIAS

BRANDL, A.L. **Besouros escarabeíneos como indicadores ecológicos em áreas de mata nativa e pinus na Serra do Espigão, Santa Catarina.** 2013. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Canoinhas, 2013. Disponível em: <<https://ead.ufsc.br/biologia/files/2014/05/Anderson-Luis-Brandl.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. 2017. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

COLWELL, K.R. **EstimateS:** Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples: Versão 9.1.0. 2016. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 29 set. 2017.

CONDÉ, P.A. **Comunidade de Besouros Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em duas áreas de Mata Atlântica do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis-SC: Subsídios para o Biomonitoramento Ambiental.** 2008. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://lecota.paginas.ufsc.br/files/2011/08/TCC-Paula-Condé.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

DOMÍNGUEZ, D; ARMIJOS, D; MARÍN, C.R. Structure of Dung Beetle communities in an altitudinal gradient of Neotropical Dry Forest. **Ecology, Behavior And Bionomics**, Ecuador, p.40-46, 2015.

ENDRES, A.A; CREÃO-DUARTE, A.J; HERNÁNDEZ, M.I.M. Diversidade de Scarabaeinae s. str. (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordestino. **Revista Brasileira de Entomologia**, Paraíba, p.67-71, 2007.

GARDNER, A.T; BARLOW, J. ARAÚJO, I.S; PIRES, T.C.A; BONALDO, A.B; COSTA, J.E; EPOSITO, M.C; FERREIRA, L.V; HAWES, J; HERNÁNDEZ, M.I.M; HOOGMOED, M.S; LEITE, R.N; LO-MAN-HUNG, N.F; MALCOLM, J.R; MARTINS, M.B; MESTRE, L.A.M; SANTOS, R.M; OVERAL, W.L; PARRY, L; PETERS, S.L; RIBEIRO-JUNIOR, M.A; SILVA, M.N.F; MOTTA,C.S; PERES, C.A. The cost effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters**, UK, v. 2, n. 11, p.139-150, 2008.

GILL, B.D. 1991. Dung beetles in American Tropical Forest, p.211–229. In: HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. (Eds.) **Dung Beetle Ecology**. Princeton University Press, p.481.

HALFFTER, G; FAVILA, E.M. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. **Folia Entomologica Mexicana**, México, n. 84, p.131-156, 1992.

HALFFTER, G; FAVILA, E.M. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera): an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rain forest and modified landscapes. **Biology International**, Veracruz México, n. 27, p.15-21, 1993.

HANSKI, I; CAMBEFORT, Y. Resource partitioning. **Dung Beetle Ecology**., Princeton University Press, p.330-349, 1991.

HERNÁNDEZ, M.I.M. Riqueza de besouros escarabeídeos em duas áreas de Floresta Atlântica no estado da Paraíba. In: **Anais de Trabalhos completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil**. Fortaleza, Ceará. p. 300 – 302, 2003.

HERNÁNDEZ, M.I.M. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da Caatinga paraibana, Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, João Pessoa PB, v. 3, n. 11, p.356-364, 2007.

HERNÁNDEZ, M.I.M; VAZ-DE-MELLO, F Z. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae s. str.) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 4, n. 54, p.607-613, 2009.

JANZEN, D.H. Seasonal change in abundance of large nocturnal Dung Beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rican Deciduous Forest and adjacent horse pasture. **Oikos**, Copenhagen, v. 41, n. 2, p.274-283, 1983.

LOPES, J; KORASAKI, V; CATELLI, L.L; MARÇAL, V.V.M; NUNES, M.P.B.P. A comparison of dung beetle assemblage structure (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) between an Atlantic forest fragment and adjacent abandoned pasture in Paraná, Brazil. **Zoologia**, v. 1, n. 28, p.72-79, 2011.

MORE: **Mecanismo online para referências, versão 2.0**. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: < <http://www.more.ufsc.br/> >. Acesso em: 31 out. 2017.

NICHOLS, E., SPECTOR, S., LOUZADA, J., LARSEN, T., AMEZQUITA, S. & FAVILA, M.E. 2008. Ecological **functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae Dung Beetles**. Biological Conservation, 3 jun. 2008. Disponível em: <http://esanalysis.colmex.mx/Sorted_Papers/2008/2008_BRA_MEX_USA_-Biodiv_Phys.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2017.

NUNES, C.A; BRAGA, R.F; FIGUEIRA, J.E.C; NEVES, F.S; FERNANDES, G.W. Dung Beetles along a tropical altitudinal gradient: Environmental filtering on taxonomic and functional diversity. **Laboratório de Ecologia de Populações**, Belo Horizonte Minas Gerais, p.1-16, 23 2016.

SCHIFFLER, G; VAZ-DE-MELLO, F Z; AZEVEDO, C O. Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) do Delta do Rio Doce e Vale do Suruaca no Município de Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 5, p.205-211, 2003.

TARASOV, S; DIMITROV, D. Multigene phylogenetic analysis redefines dung beetles relationships and classification (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **BMC Evolutionary Biology**, v. 1, n. 16, p.2-19, 29 nov. 2016.

VAZ-DE-MELLO, Z.F. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. **Hacia Un proyecto Cyted para el inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: Pribes-2000**. Martín-Piera, F.,j. J. Morrone & A. Melic (eds.), Zaragoza, v. 1, p.326, 2000.